沙葱总黄酮对肉羊抗氧化能力的影响

木其尔　敖长金*　萨茹丽　王特日格乐　陈仁伟　特木其乐　王翠芳

（内蒙古农业大学动物科学学院，呼和浩特 010018）

摘　要：本试验旨在研究基础饲粮中添加沙葱总黄酮对肉羊体内总抗氧化能力（T-AOC）、总超氧化物歧化酶(T-SOD)、过氧化氢酶（CAT）、谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-PX）活力以及丙二醛（MDA）含量的影响，以阐明沙葱总黄酮对肉羊的抗氧化作用，并确定沙葱总黄酮在肉羊饲粮中的最适添加量。试验选用 60 只 6 月龄左右、体重（39.9±3.2） kg 的小尾寒羊为试验动物，按照出生月龄和体重相近的原则，随机分为 4 组，每组 15 只羊。对照组饲喂基础饲粮，3 个试验组分别在基础饲粮中添加 11、22、33 mg/kg 的沙葱总黄酮。预试期为 15 d，正试期为 60 d，试验期第 0、15、30、45、60 天时空腹颈静脉采血，分离血清,试验期结束后每组分别随机选取 3 只羊，进行屠宰，取肝脏和脾脏样品，分别测定血清及组织抗氧化指标。结果发现：1）饲粮添加 11~33 mg/kg 沙葱总黄酮可显著提高血清（第 45 天开始）及肝脏 T-AOC（$P<0.05$），而对脾脏 T-AOC 无显著影响（$P>0.05$）。2）饲粮添加 11~33 mg/kg 沙葱总黄酮对血清、肝脏及脾脏 T-SOD 活力，血清 CAT 活力，血清、脾脏 GSH-PX 活力有一定的提高，其中 33 mg/kg 沙葱总黄酮的作用最强，血清中第 30 天后效果明显；而对肝脏、脾脏 CAT 活力，肝脏 GSH-PX 活力均无显著影响（$P>0.05$）。3）饲粮添加 11~33 mg/kg 沙葱总黄酮可降低血清、肝脏 MDA 含量，血清第 15 天后效果明显，对脾脏 MDA 含量无显著影响（$P>0.05$）。结果提示，饲粮添加 11～33 mg/kg 沙葱总黄酮可显著提高肉羊体内抗氧化指标，并其效果具有时间和剂量依赖性，饲喂 30 d 后沙葱总黄酮开始发挥其体内抗氧化能力。

关键词：沙葱；黄酮；肉羊；抗氧化能力

中图分类号:S826；S816.7

沙葱(*Allium Mongolicum* Regel),隶属被子植物门（Angiospermae），百合科(Liliaceae)，是一种具有很多生物活性的葱属植物，别名为蒙古韭。沙葱作为荒漠草原及沙丘地带特色植

收稿日期：2016-03-24
基金项目：国家自然科学基金地区科学基金项目（31260558;31160474）；“十二五”国家科技支撑计划(2013BDA10B04)
作者简介：木其尔(1989-)，女，蒙古族，内蒙古赤峰人，博士研究生，从事动物营养与畜产品品质研究。E-mail: hamuqier1989@126.com
*通信作者：敖长金，教授，博士生导师，E-mail： changjinao@aliyun.com

物具有很强的抗旱、抗寒性，其分布也很广泛。目前在我国，其主要分布的地区有新疆、青海、甘肃、内蒙古西部等地区[1]。尤其在鄂尔多斯、阿拉善、锡林郭勒等地，沙葱是人人皆知的美味佳肴，其风味独特，营养丰富，是内蒙古地区的一大特色野生植物。沙葱富含蛋白质[2]、氨基酸[3]、脂肪[4]、矿物质[5]、微量元素、多糖、黄酮类化合物等营养物质[6-7]，同时食之可降血压、开胃、提高免疫力，具有抗氧化、抗衰老、抗菌抗病毒作用[8-11]，以此被誉为“菜中灵芝”。所有的生命在其生理过程中都会产生游离氧及氧化自由基，研究表明这些自由基与生命体的病变及疾病的产生有着最直接的关系[12]。目前自由基的清除大多数情况下会选择合成药物，例如，二丁基羟基甲苯（butylated hydroxytoluene，BHT）、丁基羟基茴香醚（butyl hydroxy anisd，BHA）等。黄酮类化合物作为天然多酚类物质，其药理及生物功效活跃，并且经研究发现具有很强的清除自由基、抗氧化活性，优于或相当于BHT和BHA的抗氧化能力。黄酮类化合物作为沙葱中的一个重要组成成分，赵春艳[13]研究发现沙葱总黄酮对小鼠机体抗氧化能力有一定的提高作用。黄酮类化合物的抗氧化作用与它独具有的结构也有不可分割的关系，结构中的多酚羟基及C_2-C_3双键等结构可对生物机体提供氧和电子，也可螯合金属离子，通过螯合可减弱这些离子的助氧化作用[14]。研究发现，绵羊瘤胃微生物中体外添加16~21 mg/kg沙葱总黄酮能提高绵羊瘤胃微生物发酵参数的产气量、pH、氨态氮、菌体蛋白、挥发性脂肪酸[15]。目前，沙葱总黄酮的提取工艺、纯化分离、结构及其相关生物活性通过体外试验研究得以鉴定并被阐明[16]。但是有关沙葱总黄酮对肉羊体内抗氧化能力的相关研究尚无报道。本试验通过包玲玲[15]前期的体外试验研究结果为基础选取沙葱总黄酮类化合物的饲喂浓度梯度,分别在基础饲粮中添加11、22、33 mg/kg的沙葱总黄酮，筛选沙葱总黄酮的最佳的添加范围，在此基础上进一步研究沙葱总黄酮对肉羊血清、肝脏、脾脏抗氧化能力的影响，为沙葱总黄酮作为天然饲料添加剂应用于肉羊生产提供可靠的依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 沙葱总黄酮的制备

试验所用沙葱总黄酮由本实验室制备，其提取最佳工艺借鉴萨茹丽[16]的方法。提取方法选择超声波法，提取时间 15 min，提取温度 40 ℃，乙醇浓度为 75%，料液比为 1:30，沙

葱总黄酮得率为 12.85 mg/g 沙葱粉。为黄色粉末，难溶于水。根据萨茹丽[16]的结构鉴定，其结构中有单糖、3',4'-环氧基-7-0-5-甲氧基黄酮醇、7-0-5,4'-二甲氧基-3 氧基羟基黄酮、糖类、卢丁、木犀草素-5'-0-糖葡萄糖-4-羟基苯丙酸、异槲皮苷糖类、金合欢素及黄酮类物质。

1.1.2　试剂及仪器

总抗氧化能力（T-AOC）试剂盒、总超氧化物歧化酶（T-SOD）试剂盒、过氧化氢酶（CAT）试剂盒、丙二醛（MDA）试剂盒、谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-PX）试剂盒，购自南京建成生物工程研究所。

主要仪器有多功能酶标仪（A-5082，奥地利 TECAN 公司）、37 ℃恒温箱（HH-400，北京恒星来广营医疗器械厂）、可调温水浴锅。

1.2　方法

1.2.1　试验动物的选择

本试验选取 60 只 6 月龄左右、(39.9±3.2） kg 小尾寒羊为动物模型，采用单因素多水平完全区组试验设计，按照出生月龄相近体重相近的原则，随机分为 4 组（每个组 15 只羊），即对照组、试验Ⅰ组、试验Ⅱ组、试验Ⅲ组。

1.2.2　沙葱总黄酮添加量选择及饲粮组成

对照组饲喂基础饲粮，根据前期沙葱总黄酮瘤胃稳定性试验结果添加 22 mg/kg 沙葱总黄酮在瘤胃中发挥其最佳作用为基础，试验Ⅰ组、试验Ⅱ组、试验Ⅲ组分别在基础饲粮中添加 11、22、33 mg/kg 的沙葱总黄酮。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
羊草 Chinese wildrye	32.00
苜蓿 Alfalfa	17.80
玉米 Corn	23.00
小麦麸 Wheat bran	2.87
向日葵仁饼 Sunflower seed meal	16.92
豌豆茎叶 Pea stalk	2.45
苹果渣 Pomace	2.45
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.72
食盐 NaCl	0.79
预混料 Premix	1.00

合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels	
消化能 DE/(MJ/kg)	16.88
粗蛋白质 CP	17.21
中性洗涤纤维 NDF	65.01
酸性洗涤纤维 ADF	32.59
钙 Ca	1.39
磷 P	0.51

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet：Fe (as ferrous sulfate) 25 mg，Zn (as zinc sulfate) 29 mg，Cu (as copper sulfate) 8 mg，Mn (as manganese sulfate) 30 mg，I (as potassium iodide) 0.04 mg，Co (as cobalt sulfate) 0.1 mg，VA 3 200 IU，VD_3 1 200 IU，VE 20 IU。

[2)] 消化能为计算值，其余为实测值。DE was a calculated value, while the others were measured values.

1.2.3 试验动物饲养管理

试验期共 75 d，其中预试期 15 d，在预试期对试验羊进行驱虫、消毒、防疫。正试期 60 d，每天 06:00、18:00 进行饲喂，先粗后精，自由饮水。

1.2.4 试验样品采集及预处理

正试期的第 0、15、30、45、60 天，每组 15 只羊晨饲前进行颈静脉采血 5 mL，置于无抗凝剂采血管中。将采好的血静置 40 min，自然凝固，血清析出之后，800×*g* 离心 10 min。用干燥 EP 管收集血清，即刻使用或-20 ℃保存待用。试验期结束之后，每组根据日采食量、平均日增重等条件相近原则选取 3 只羊进行屠宰试验，采集 0.1~0.2 g 肝组织，通过预冷的生理盐水进行清洗，除去表面血液及残留物，滤纸拭干，准确称重，置于 5 mL 冻存管中备用。使用时研磨，用匀浆介质制成 10%的肝匀浆。

1.2.5 测定方法

测定血清、肝脏、脾脏 T-AOC，T-SOD、CAT、GSH-PX 活力及 MDA 含量。

试验具体步骤及计算方法严格按照南京建成生物工程研究所提供的 T-AOC、T-SOD、CAT、GSH-PX、MDA 测试盒的说明操作。测定组织抗氧化指标时，必须先测定组织内的蛋白质含量，之后按照测试盒的说明进行测定。组织蛋白质含量测定及计算方法按照南京建成生物工程研究所提供的蛋白质定量测试盒进行操作。

饲粮营养水平的测定方法：饲料粗蛋白质含量的采用凯氏定氮法进行测定；采用范氏（Van Soest）洗涤纤维分析法测定中性洗涤纤维（NDF）和酸性洗涤纤维（ADF）含量；通

过高锰酸钾滴定法测定钙含量；磷含量用钼黄比色法进行测定。

1.3 数据分析

数据分析使用 SAS 9.0 软件统计分析，各组间差异采用单因素方差分析，以“平均值±标准差”表示，*P*＜0.05 表示差异显著，*P*＞0.05 表示差异不显著。

2 结　果

2.1 沙葱总黄酮对肉羊血清抗氧化能力的影响

2.1.1 血清 T-AOC

由表 2 可知，第 0 天，试验Ⅰ组的 T-AOC 相对比其他组高，试验Ⅱ组与试验Ⅲ组比对照组高，但组间差异均不显著（*P*>0.05）。第 15 天，对照组、试验Ⅰ组及试验Ⅱ组 T-AOC 相对于第 0 天均有升高趋势，差异不显著（*P*>0.05）；对照组的高于 3 个试验组，但是差异不显著（*P*>0.05）；试验Ⅲ组的较第 0 天时有所降低，差异不显著（*P*>0.05）。第 30 天，与对照组相比，各试验组的 T-AOC 均有所升高，但是组间差异不显著（*P*>0.05）；其中试验Ⅱ组的 T-AOC 最高。第 45 天，试验Ⅰ组、试验Ⅱ组、试验Ⅲ组的 T-AOC 显著高于对照组（*P*<0.05），其中试验Ⅲ组的活力最高，其次为试验Ⅱ组、试验Ⅰ组，但是试验组之间差异不显著（*P*>0.05）。第 60 天，3 个试验组 T-AOC 显著高于对照组（*P*<0.05），但是 3 个试验组之间无显著差异（*P*>0.05）；第 60 天与第 0 天相比，对照组及各试验组的 T-AOC 均显著升高（*P*<0.05）。由此可看出，饲粮添加沙葱总黄酮 30 d 后开始对肉羊血清 T-AOC 起作用。

表 2　沙葱总黄酮对肉羊血清总抗氧化能力的影响

Table 2　Effect of flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on T-AOC in serum of meat sheep　（*n*=15）

U/mL

项目 Items	第 0 天 Day 0	第 15 天 Day 15	第 30 天 Day 30	第 45 天 Day 45	第 60 天 Day 60
对照组 Control group	$3.19±0.96^{C}$	$3.69±0.85^{BC}$	$3.77±0.83^{BC}$	$4.15±0.65^{bB}$	$4.90±0.83^{bA}$
试验Ⅰ组 Test group Ⅰ	$3.31±1.05^{D}$	$3.49±0.61^{DC}$	$4.05±0.69^{BC}$	$4.99±0.86^{aB}$	$6.19±1.33^{aA}$
试验Ⅱ组 Test group Ⅱ	$3.29±0.87^{C}$	$3.42±0.85^{C}$	$4.51±1.04^{B}$	$5.03±0.71^{aB}$	$6.62±1.43^{aA}$
试验Ⅲ组 Test group Ⅲ	$3.29±0.98^{C}$	$3.26±0.79^{C}$	$4.36±0.87^{B}$	$5.13±1.59^{aB}$	$6.99±1.61^{aA}$

同行数据肩标相同或无大写字母表示差异不显著（*P*>0.05），不同大写字母表示差异显著（*P*<0.05）；同列数据肩标相同或无小写字母表示差异不显著（*P*>0.05），不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05）。下表同。

In the same row, values with the same or no capital letter superscripts mean no significant difference

（P>0.05）, while with different capital letter superscripts mean significant difference （P<0.05）; in the same column, values with the same or no small letter superscripts mean no significant difference （P>0.05）, while with different small letter superscripts mean significant difference （P<0.05）. The same as below.

2.1.2　血清 T-SOD 活力

由表 3 可知，第 0 天，试验Ⅱ组的血清 T-SOD 活力最高，但与其他各组之间均差异不显著(P>0.05)。第 15 天，对照组、3 个试验组的 T-SOD 活力均升高，组间差异不显著(P>0.05)；其中，试验Ⅱ组最高。第 30 天，3 个试验组显著高于对照组（P<0.05），但试验组之间无显著差异（P>0.05）。第 45 天，对照组的 T-SOD 活力有所降低，试验组均保持着上升趋势，并显著高于对照组（P<0.05）；试验Ⅲ组的高于其他试验组，但差异不显著（P>0.05）。第 60 天，试验Ⅲ组最高，显著高于对照组、试验Ⅰ组和试验Ⅱ组（P<0.05）；试验Ⅰ组和试验Ⅱ组显著高于对照组（P<0.05）。由此可看出，沙葱总黄酮对血清 T-SOD 活力的影响是随着剂量的增多而增大，同时也可发现沙葱总黄酮在饲喂 30 d 后开始起作用。

表 3　沙葱总黄酮对肉羊血清总超氧化物歧化酶活力的影响

Table 3　Effect of flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on T-SOD activity in serum of meat sheep （n=15）

U/mL

项目 Items	第 0 天 Day 0	第 15 天 Day 15	第 30 天 Day 30	第 45 天 Day 45	第 60 天 Day 60
对照组 Control group	75.07±5.27^{A}	75.79±3.47^{A}	75.09±3.21^{bA}	74.44±7.15^{bA}	75.17±4.18^{cA}
试验Ⅰ组 Test group Ⅰ	74.43±5.68^{C}	75.49±3.98^{C}	79.22±3.72^{aB}	86.78±3.17^{aA}	87.76±3.14^{bA}
试验Ⅱ组 Test group Ⅱ	75.72±4.47^{C}	76.39±7.02^{C}	80.44±3.46^{aB}	87.00±3.67^{aA}	88.37±3.29^{bA}
试验Ⅲ组 Test group Ⅲ	75.70±2.97^{C}	75.93±4.40^{C}	81.46±4.33^{aB}	88.39±4.09^{aA}	91.08±3.99^{aA}

2.1.3　血清 CAT 活力

由表 4 可知，各试验组随着沙葱总黄酮的添加量增多而 CAT 活力上升的趋势，同时也可看出，时间也是影响 CAT 活力的因素之一。第 0 天，各组之间 CAT 活力差异不显著（P>0.05）；试验Ⅱ组的最高。第 15 天，试验Ⅲ组的 CAT 活力显著高于对照组（P<0.05），并高于试验Ⅰ组及试验Ⅱ组，但差异不显著（P>0.05）。第 30 天，3 个试验组均显著高于对照组（P<0.05），但试验组之间无显著差异（P>0.05）。第 45 天，3 个试验组显著高于对照组（P<0.05），3 个试验组中试验Ⅱ组的最高，但试验组间差异不显著（P>0.05）。第 60 天，3 个试验组显著高于对照组（P<0.05），各试验组之间无显著差异（P>0.05）。由此可看出，饲粮添加沙葱总黄酮对血清 CAT 活力起到了提高的作用，饲喂 45 d 后起作用。

表 4　沙葱总黄酮对肉羊血清过氧化氢酶活力的影响

Table 4　Effect of flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on CAT activity in serum of meat sheep （*n*=15）

U/mL

项目 Items	第 0 天 Day 0	第 15 天 Day 15	第 30 天 Day 30	第 45 天 Day 45	第 60 天 Day 60
对照组 Control group	3.21 ± 0.41^{B}	2.95 ± 0.61^{bB}	3.07 ± 0.44^{bB}	3.50 ± 0.43^{bA}	3.29 ± 0.38^{bAB}
试验Ⅰ组 Test group Ⅰ	3.10 ± 0.41^{B}	3.42 ± 1.43^{abB}	3.98 ± 0.55^{aB}	4.23 ± 0.76^{aA}	4.44 ± 1.12^{aAB}
试验Ⅱ组 Test group Ⅱ	3.60 ± 0.64^{C}	3.72 ± 0.73^{abC}	4.20 ± 0.64^{aBC}	4.38 ± 0.75^{aAB}	4.74 ± 1.25^{aA}
试验Ⅲ组 Test group Ⅲ	3.54 ± 0.59^{C}	3.79 ± 1.24^{aBC}	4.04 ± 0.52^{aBC}	4.41 ± 0.56^{aB}	5.17 ± 0.93^{aA}

2.1.4　血清 GSH-PX 活力

由表 5 可知，饲粮添加沙葱总黄酮 15 d 后血清 GSH-PX 活力显著增加（$P<0.05$），并随着时间的延长而加强。第 0 天，各组间差异不显著（$P>0.05$）。第 15 天，试验Ⅰ组显著高于对照组（$P<0.05$）；试验Ⅱ组及试验Ⅲ组的 GSH-PX 活力显著高于对照组及试验Ⅰ组（$P<0.05$）。第 30 天，3 个试验组均显著高于对照组（$P<0.05$）；试验Ⅲ组的 GSH-PX 活力最高，并高于试验Ⅰ组及对照组（$P<0.05$）。第 45 天，3 个试验组显著高于对照组（$P<0.05$）。第 60 天，试验Ⅱ组及试验Ⅲ组的 GSH-PX 活力显著高于对照组、试验Ⅰ组（$P<0.05$）；试验Ⅰ组显著高于对照组（$P<0.05$）。由此可看出，沙葱总黄酮对于肉羊血清 GSH-PX 活力的影响效果显著，并随着饲养时间的延长而加强。

表 5　沙葱总黄酮对肉羊血清谷胱甘肽过氧化物酶活力的影响

Table 5　Effect of flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on GSH-PX activity in serum of meat sheep

（*n*=15）　U/mL

项目 Items	第 0 天 Day 0	第 15 天 Day 15	第 30 天 Day 30	第 45 天 Day 45	第 60 天 Day 60
对照组 Control group	84.92 ± 2.83^{B}	84.72 ± 2.37^{cB}	84.94 ± 2.84^{cB}	89.50 ± 9.67^{cA}	89.66 ± 5.765^{cA}
试验Ⅰ组 Test group Ⅰ	84.14 ± 2.52^{E}	95.17 ± 3.30^{bD}	118.97 ± 8.74^{bC}	173.82 ± 11.41^{aB}	183.76 ± 11.96^{bA}
试验Ⅱ组 Test group Ⅱ	84.84 ± 3.00^{E}	110.93 ± 6.41^{aD}	118.43 ± 9.84^{aC}	165.37 ± 9.00^{bB}	203.16 ± 9.80^{aA}
试验Ⅲ组 Test group Ⅲ	84.23 ± 2.73^{E}	110.94 ± 4.98^{aD}	124.08 ± 7.12^{aC}	166.73 ± 8.89^{abB}	203.16 ± 7.33^{aA}

2.1.5　血清 MDA 含量

由表 6 可知，第 0 天，各组的血清 MDA 含量均无显著差异（$P>0.05$）,试验Ⅰ组的 MDA 含量相比较其他组高。第 15 天，3 个试验组的含量显著低于对照组（$P<0.05$）；3 个试验组之间无显著差异（$P<0.05$），并且第 15 天的 MDA 含量显著低于第 0 天（$P<0.05$）。第 30 天，试验Ⅱ组、试验Ⅲ组的 MDA 含量仍保持降低的趋势，其含量显著低于对照组（$P<0.05$）；试验Ⅰ组低于对照组，但是差异不显著（$P>0.05$）。第 45 天，3 个试验组均显著低于对照组

（*P*<0.05）；3 个试验组之间无显著差异（*P*>0.05）。第 60 天，3 个试验组均显著低于对照组（*P*<0.05），其中试验III组显著低于对照组及试验 II 组（*P*<0.05），试验 I 组、试验 II 组显著低于对照组（*P*<0.05）。由此可看出，沙葱总黄酮对血清 MDA 含量均有抑制作用，且从 15 d 后开始能起作用。

表 6 沙葱总黄酮对肉羊血清丙二醛含量的影响

Table 6 Effect of flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on MDA content in serum of meat sheep （*n*=15）

nmol/mL

项目 Items	第 0 天 Day 0	第 15 天 Day 15	第 30 天 Day 30	第 45 天 Day 45	第 60 天 Day 60
对照组 Control group	5.93±1.77	5.53±0.81^{a}	5.37±1.79^{a}	5.08±3.06^{a}	4.71±0.82^{a}
试验 I 组 Test group I	6.14±2.14^{A}	2.35±1.81^{bB}	3.81±4.23^{abB}	3.14±1.56^{bB}	1.94±1.48^{bcB}
试验 II 组 Test group II	5.84±1.80^{A}	2.37±1.46^{bB}	2.06±0.97^{bB}	2.32±0.74^{bB}	2.28±1.83^{bB}
试验III组 Test group III	5.86±1.18^{A}	3.47±3.61^{bB}	2.24±2.30^{bBC}	2.15±0.69^{bBC}	1.77±0.44^{cdC}

2.2 沙葱总黄酮对肉羊组织抗氧化能力的影响

2.2.1 肝脏

由表 7 可知，3 个试验组的肝脏 T-AOC 显著高于对照组（*P*<0.05），各试验组之间差异不显著（*P*>0.05）。对于肝脏 T-SOD 活力，试验III组显著高于对照组及其他试验组（*P*<0.05），其次试验 II 组高于对照组、试验 I 组，但差异不显著（*P*>0.05）。沙葱总黄酮对肝脏 CAT 活力的影响不显著（*P*>0.05）。对于 GSH-PX 活力，各试验组均高于对照组，但差异均不显著（*P*>0.05）。对于肝脏 MDA 含量，试验 I 组、试验 II 组均低于对照组，差异不显著（*P*>0.05），而试验III组的含量则显著低于对照组（*P*<0.05），各试验组之间无显著差异（*P*>0.05）。

表 7 沙葱总黄酮对肉羊肝脏抗氧化能力的影响

Table 7 Effect of flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on antioxidant capacity in liver of meat sheep （*n*=3） nmol/mL

项目 Items	总抗氧化能力 T-AOC	总超氧化物歧化酶 T-SOD	过氧化氢酶 CAT	谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-PX	丙二醛 MDA
对照组 Control group	1.40±0.23^{b}	32.17±0.29^{c}	10.38±0.24	175.18±6.12	4.26±1.56^{a}
试验 I 组 Test group I	2.61±0.08^{a}	32.11±1.11^{c}	10.92±1.88	176.96±5.09	3.29±0.55^{ab}
试验 II 组 Test group II	2.54±0.63^{a}	33.16±0.67^{bc}	10.22±0.03	177.56±5.89	2.79±0.68^{ab}
试验III组 Test group III	2.79±0.89^{a}	41.56±0.92^{a}	10.22±0.09	177.48±5.68	2.49±0.53^{b}

2.2.2 脾脏

由表 8 可知，各试验组的脾脏 T-AOC 高于对照组，但是差异不显著（*P*>0.05）。对于脾脏 T-SOD 活力，试验Ⅱ组及试验Ⅲ组显著高于对照组（*P*<0.05），高于试验Ⅰ组，差异不显著（*P*>0.05），试验Ⅲ组与试验Ⅱ组之间差异不显著（*P*>0.05）。对于脾脏 CAT 活力，试验组高于对照组，均有上升的趋势，但是与对照组相比差异不显著（*P*>0.05）。试验Ⅱ组脾脏 GSH-PX 活力最高，显著高于对照组及其他试验组（*P*<0.05），试验Ⅰ组显著高于对照组及试验Ⅲ组（*P*<0.05）。对于脾脏 MDA 含量，沙葱总黄酮有一定的抑制作用，均有下降的趋势，但是各组间差异不显著（*P*>0.05）。

表 8　沙葱总黄酮对肉羊脾脏抗氧化能力的影响

Table 8　Effect of flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on antioxidant capacity in spleen of meat sheep

（*n*=3）　nmol/mL

项目 Items	总抗氧化能力 T-AOC	总超氧化物歧化酶 T-SOD	过氧化氢酶 CAT	谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-PX	丙二醛 MDA
对照组 Control group	1.43±0.54	20.74±8.28^{b}	11.21±0.31	257.22±4.13^{d}	3.87±1.36
试验Ⅰ组 Test group Ⅰ	1.47±0.39	25.17±2.26^{ab}	11.38±0.31	285.11±2.90^{b}	3.22±0.36
试验Ⅱ组 Test group Ⅱ	1.86±0.16	30.81±1.60^{a}	11.40±4.94	329.64±6.04^{a}	3.05±0.59
试验Ⅲ组 Test group Ⅲ	1.59±0.20	32.31±4.23^{a}	11.93±0.81	271.88±8.87^{c}	2.59±0.36

3　讨　论

3.1　沙葱总黄酮对肉羊血清及组织中的 T-AOC 的影响

T-AOC 是衡量生物机体内抗氧化能力的最佳指标之一，同时机体 T-AOC 的强弱直接影响机体的健康，T-AOC 反映机体抗氧化防御体系对体内自由基的代谢状态[17]。机体体内抗氧化剂之间的相互协作、细胞外自由基的清除反应以及生物的衰老、疾病等都是能够通过体内 T-AOC 来做出反映[18-19]。黄酮类化合物为天然多酚类物质，其结构中有多个羟基，其 3 个苯环形成的结构属于共轭芳香体系，所以生物活性很高[20]。黄酮类化合物的独特结构可产生共轭效应，通过此效应结构产生一定的转变，使得分子结构内的氢键得到稳定，从而会使机体体内抗氧化能力提高[21]。除此之外沙葱总黄酮也可能直接与体内自由基产生结合反应来保护机体免受氧化。赵春艳[13]通过沙葱总黄酮类化合物饲喂小鼠，研究血清及肝脏抗氧化能力的试验指出，饲喂 14 d 后试验组的血清 T-AOC 要显著高于对照组，而肝脏的 T-AOC 在 7 d 的时候要显著高于对照组，所有研究指明沙葱总黄酮类化合物是通过与体内自由基或活性氧相结合，以免发生脂质过氧化。目前对于黄酮类化合物对小鼠等小动物的研究很多，

但是对于肉羊体内抗氧化能力的测定尚少见，这也一定程度上局限了黄酮类化合物对于畜牧生产中的应用，对开发新型天然饲料添加剂的步伐也成为了羁绊。因此将黄酮类化合物的试验研究面向肉羊体内抗氧化能力的测定是对于畜牧生产及饲料开发奠定科学基础。

李德生等[22]研究发现，大豆黄酮显著提高了泌乳母猪血清 T-AOC；王文君等[23]发现芦荟黄酮极显著提高小鼠肝脏的 T-AOC；杨现艳[24]指出，沙棘籽渣黄酮对更年期大鼠血清及肝脏的 T-AOC 有一定的提高作用。本试验研究结果表明，饲粮中添加不同水平的沙葱总黄酮，以 15 d 为 1 个试验阶段饲喂 60 d 后对肉羊的血清及组织的 T-AOC 的影响是不同的。沙葱总黄酮可显著提高肉羊血清 T-AOC，并随着饲喂时间的延长而增加。对于肝脏的 T-AOC 也有一定影响，并各试验组均显著高于对照组 T-AOC，而对于脾脏的 T-AOC 的影响其效果不显著，饲喂沙葱总黄酮后脾脏 T-AOC 有上升趋势。这一结果与很多学者在小动物上的研究的结果一致。沙葱总黄酮提高肉羊血清及肝脏 T-AOC 的原因，一方面可能为沙葱总黄酮直接与体内活性氧或自由基发生反应从而保护机体受到损伤。另一方面与沙葱总黄酮的结构有关，其所含的 3',4'-环氧基-7-0-5-甲氧基黄酮醇和 7-0-5,4'-二甲氧基-3 氧基羟基黄酮结构是抗氧化活性中的关键基团，进入体内后发生反应，提高 T-AOC。

3.2 沙葱总黄酮对肉羊血清及组织中的 T-SOD、CAT、GSH-PX 活力的影响

生命在活动中不断发生氧化还原反应，体内的这个反应是通过氧化防御系统来维持平衡，这个防御系统包含酶促体系和非酶促体系。其中酶促体系包括 T-SOD、CAT、GSH-PX，这是防御系统中的最主要的酶，也是有效的自由基清除剂。体内的活性氧自由基是在 SOD 的作用下清除，SOD 可催化超氧阴离子（▪O^{2-}）生成过氧化氢（H_2O_2），同时在与别的酶的协同作用下最终生成水，减弱活性氧对机体的危害。GSH-PX 为体内过氧化物分解酶，GSH-PX、CAT 与 SOD 相互作用使 H_2O_2 分解为水，保护细胞膜结构与功能的完整。灌胃胡杨叶黄酮 10、20、30 mg/（kg·d）可显著提高小鼠血清及肝脏中 T-SOD、GSH-PX 活力[25]。灌胃墨旱莲黄酮类提取物（FEE）≥1.0 mg/mL 时，对小鼠血清 T-SOD、GSH-PX 活力有显著影响，FEE≥5.0 mg/mL 时，对 T-SOD、GSH-PX 活力的影响是极显著的，所以能有效防止细胞受氧化的损伤[26]。本试验研究结果表明，沙葱总黄酮对血清 T-SOD、CAT、GSH-PX 活力有一定的影响，33 mg/kg 沙葱总黄酮组对血清 T-SOD、CAT、GSH-PX 活力有显著提高，并饲喂 30 d 后其含量显著提高。除此之外，其他试验组对 T-SOD、CAT、GSH-PX 活力也有

一定影响，均能使血清 T-SOD、CAT、GSH-PX 活力有所提高。对于肝脏和脾脏 CAT 活力、肝脏 GSH-PX 活力的影响不显著。33 mg/kg 沙葱总黄酮组显著提高肝脏及脾脏 T-SOD 活力，22 mg/kg 沙葱总黄酮组可显著提高脾脏 GSH-PX 活力。沙葱总黄酮可能通过调节体内抗氧化酶相关基因的表达，从而促进酶合成，提高酶促系统的防御能力。

3.3 沙葱总黄酮对肉羊血清及组织中 MDA 含量的影响

MDA 是体内自由基与生物膜中的多不饱和脂肪酸（PUFA）发生脂质过氧化反应而形成的脂质过氧化物，MDA 破坏细胞膜的完整性、也会引起细胞突变、对抗氧化防御系统造成损伤，最终对机体引起疾病，甚至导致死亡。也有研究证明，机体产生的动脉硬化等疾病与 MDA 含量有密切关系，在体内胆固醇代谢过程中，MDA 与低密度脂蛋白(LDL)相结合而导致细胞内胆固醇堆积[27]。MDA 的含量能直接地反映体内自由基水平及脂质过氧化程度。山稔子黄酮类提取物通过灌胃研究对小鼠血清 MDA 含量的影响发现，它能显著降低小鼠血清 MDA 含量[28]。蔡少妃等[29]研究发现，大豆异黄酮也能对去卵巢大鼠血清中 MDA 含量有显著降低作用。本试验结果表明，沙葱总黄酮均有显著降低血清 MDA 含量的作用，其中 33 mg/kg 沙葱总黄酮组显著低于对照组。而 33 mg/kg 沙葱总黄酮组对肝脏 MDA 含量有显著降低的作用。各试验组对脾脏 MDA 含量则无显著影响。沙葱总黄酮能够有效抑制肉羊体内 MDA 含量的主要原因在于沙葱总黄酮的 C6-C3-C6 结构，这类结构可供氧和供电子能力，从而有效清除机体内的自由基，保护机体免遭脂质过氧化物的损伤。

4 结 论

饲粮添加 11～33 mg/kg 沙葱总黄酮可显著提高肉羊体内抗氧化指标，并其效果具有时间和剂量依赖性，饲喂 30 d 后沙葱总黄酮开始发挥其体内抗氧化能力。

参考文献：

[1] 包萨如拉.内蒙古野生葱属(*Allium L.*)植物的民族植物学研究[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古师范大学,2007.

[2] 张培松,周玉香.影响羊肉风味物质的饲料和营养因素[J].畜牧与饲料科学,2013,34(7/8):62–63.

[3] 杨忠仁,刘建文,郝丽珍,等.内蒙古地区四种葱属野菜花期物候及花营养成分研究[J].北方园艺,2013(8):1–4.

[4] 苗春乐.刈割次数对沙葱生长发育及营养成分含量影响的研究[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.

[5] 斯琴巴特尔,刘新民.蒙古韭的营养成分及民族植物学[J].中国草地,2002,24(3):52–54.

[6] 韩正高,赵萍,王丽君.大葱在体外对 Hela 细胞株的抗增殖作用[J].营养学报,1996,18(2):203–205.

[7] MIMAKI Y,KURODA M,FUKASAWA T,et al.Steroidal glycosides from the bulbs of *Allium jesdianum*[J].Journal of Natural Products,1999,62(1):194–197.

[8] 燕玲,王六英,李红.内蒙古 10 种葱属植物染色体数目及核型分析[J].中国草地学报,1999(5):73–75.

[9] 李亚蕾,罗瑞明.沙葱提取物抗菌效果的研究[J].安徽农业科学,2008,36(33):14596–14597,14618.

[10] 凌关庭.天然抗氧化剂及其消除氧自由基的进展[J].食品工业,2000(3):19–22.

[11] 缪亚娟.沙葱异黄酮含量测定及其对机体抗氧化与非特异性免疫影响的研究[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2009.

[12] 龙春,高志强,陈凤鸣,等.黄酮类化合物的结构—抗氧化活性关系研究进展[J].重庆文理学院学报:自然科学版,2006,5(2):13–17.

[13] 赵春艳.沙葱中黄酮类化合物的分离纯化、结构鉴定及其对小鼠免疫抗氧化机能影响的研究[D].博士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.

[14] 张甘良,汪钊,鄢洪德.生物类黄酮化合物的结构与生物活性的关系[J].生物学杂志,2005,22(1):4–7.

[15] 包玲玲.沙葱黄酮类化合物对绵羊瘤胃发酵、内环境参数及纤维素降解的影响[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2015.

[16] 萨茹丽.沙葱黄酮提取工艺优化、结构鉴定及其相关生物活性研究[D].博士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2014.

[17] 宋丽霞,敖长金,蔺婷娟,等.沙葱多糖对肉羊抗氧化能力的影响[J].中国畜牧杂志,2012,48(1):56–58.

[18] SUN Y,OBERLEY L W, LI Y.A simple method for clinical assay of superoxide

dismutase[J].Clinical Chemistry,1988,34(3):497–500.

[19] CANBAZ H,AKCA T,Tataroglu C,et al.The effects of exogenous *L*-carnitine on lipid peroxidation and tissue damage in an experimental warm hepatic ischemia-reperfusion injury model[J].Current Therapeutic Research,2007,68(1):32–46.

[20] 那乌莫娃,成绍鑫.腐植酸分子结构与生物活性的关系[J].腐植酸,2002(1):38–43.

[21] 石娟.黑米中花青素的提取、纯化及其体内抗氧化活性研究[D].硕士学位论文.合肥:合肥工业大学,2012.

[22] 李德生,方正锋,车炼强,等.饲粮添加王不留行与大豆异黄酮对泌乳母猪生产性能和抗氧化能力的影响[J].中国畜牧杂志,2014,50(1):63–68.

[23] 王文君,蔡教英,蒋艳,等.芦荟黄酮体内抗氧化活性及对 *CAT* mRNA 表达的影响[J].中国食品学报,2013,13(10):13–18.

[24] 杨现艳.沙棘籽渣黄酮对更年期大鼠血脂异常代谢的影响[D].硕士学位论文.上海:华东师范大学,2006.

[25] 王安银,郝志录,张君,等.胡杨叶总黄酮提取物的体内抗氧化活性研究[J].新疆农业科学,2011,48(8):1438–1443.

[26] 林朝朋,芮汉明,许晓春.墨旱莲黄酮类提取物抗自由基作用及体内抗氧化功能的研究[J].军事医学科学院院刊,2005,29(4):344–345,362.

[27] 李牧.五味子提取物对断奶仔猪生产性能与抗氧化机能的影响[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2007.

[28] 黄儒强,李娘辉,黄科礼,等.山稔子黄酮类提取物抗自由基作用及体内抗氧化功能的研究[J].食品科学,2008,29(9):588–590.

[29] 蔡少妃,黄春荣.大豆异黄酮对去卵巢大鼠血清 SOD、T-AOC 及 MDA 的影响[J].中国生化药物杂志,2011,32(4):315–316.

Effects of Flavonoids from *Allium Mongolicum* Regel on Antioxidant Capacity of Meat Sheep

MU Qier AO Changjin* SA Ruli WANG Terigele CHEN Renwei TE Muqile

*Corresponding author, professor, E-mail: changjinao@aliyun.com

（责任编辑 王智航）

WANG Cuifang

(*College of Animal Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot* 010018, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of flavonoids from *Allium mongolicum* Regel on total antioxidant capacity (T-AOC), the activities of total superoxide dismutase (T-SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GSH-PX), and malondialdehyde (MDA) content of meat sheep to determine the optimal level. Sixty 6-month-old meat sheep with similar body weight [(39.9±3.2) kg] were randomly assigned to 4 groups with 15 sheep per group. Control group was fed a basal diet, and the 3 experimental groups were fed the basal diet supplemented with 11, 22 and 33 mg/kg flavonoids from *Allium mongolicum* Regel, respectively. Preliminary feeding period was 15 d, and the experimental period was 60 d. Blood was collected at days 0, 15, 30, 45, 60 via jugular venipuncture, and serum was harvested. Three sheep were randomly selected from each of the four groups for slaughter after experiment, and samples of liver and spleen were collected to determine the antioxidant indices. The results showed as follows: 1） dietary supplementation of 11 to 33 mg/kg flavoniods from *Allium mongolicum* Regel significantly increased T-AOC in serum （from day 45） and liver ($P<0.05$)，but had no significant effect on that in spleen ($P>0.05$). 2）Dietary supplementation of 11 to 33 mg/kg flavoniods from *Allium mongolicum* Regel had positive effect on the activities of T-SOD in serum, liver and spleen, CAT in serum, and GSH-PX in serum and spleen; the supplemental level of 33 mg/kg showed the highest effects, and the effects became obvious after day 30 in serum; however, it had no significant effects on CAT in liver and spleen, and GSH-PX in liver ($P>0.05$). 3） Dietary supplementation of 11 to 33 mg/kg flavoniods from Allium mongolicum Regel could decrease the content of MDA in serum and liver, and the effects became obvious after day 15 in serum, however, it had no significant effects on the content of MDA in spleen （$P>0.05$）. The results indicate that dietary supplementation of 11 to 33 mg/kg flavoniods from *Allium mongolicum* Regel can significantly improve antioxidant capacity of meat sheep, and the antioxidant capacity is in time-dependent and dose-dependent manners. Flavoniods from *Allium mongolicum* Regel begin to play its role after fed for 30 d.

Key words: *Allium mongolicum* Regel; flavoniods; meat sheep; antioxidant capacity